(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 855 787 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.04.2010 Patentblatt 2010/14

(21) Anmeldenummer: **06701853.1**

(22) Anmeldetag: **10.02.2006**

(51) Int Cl.:
B01F 3/08 *(2006.01)* ***B08B 3/10*** *(2006.01)*
B05D 1/00 *(2006.01)* ***B44D 3/16*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2006/000089

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/084414 (17.08.2006 Gazette 2006/33)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERZEUGEN UND REZYKLIEREN VON NANOEMULSIONEN SOWIE ZUR OBERFL[CHENBEHANDLUNG VON TEILEN MITTELS DENSELBEN**

METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING AND RECYCLING NANOEMULSIONS AND FOR PROCESSING PART SURFACES BY MEANS THEREOF

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR PRODUIRE ET REMETTRE EN CIRCULATION DES NANOEMULSIONS ET POUR TRAITER EN SURFACE DES PIECES AU MOYEN DE CELLES-CI

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
YU

(30) Priorität: **11.02.2005 CH 262052005**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.11.2007 Patentblatt 2007/47

(73) Patentinhaber: **Marcoli, Claudia**
8308 Illnau (CH)

(72) Erfinder: **SCHMIDLIN, Edgar**
CH-9548 Matzingen (CH)

(74) Vertreter: **Felber, Josef**
Felber & Partner AG
Dufourstrasse 116
8034 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 063 283 **DE-A1- 10 307 568**
US-A- 5 152 923

Bemerkungen:
Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 855 787 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung in Form einer elektromechanischen Einrichtung, mit welchen Mikroemulsionen in Nanoemulsionen umgewandelt werden können, und dieses prozessgesteuert in verschiedenen Phasen, so dass in einer Vakuumkammer durch ein Mehrphasenverfahren eine Oberflächenbehandlung von Stoffen möglich ist, insbesondere auch eine optimale Be- und Entschichtung organischer und anorganischer Festkörper. Die Emulsionen werden anschliessend wieder rezykliert.

[0002] Eine Mikroemulsion ist eine thermodynamisch stabile, isotrope, niedrig viskose Mischung, die aus einer hydrophilen und einer lipophilen Komponente besteht. Der hydrophile Charakter einer Substanz wird durch ihre Eigenschaft bestimmt, sich in Wasser zu lösen. (Gegenteil: hydrophob = wasserabstoßend). Lipophil kennzeichnet die Eigenschaft von Verbindungen oder Molekülgruppen, sich in Fetten, fettähnlichen Substanzen und Ölen leicht zu lösen oder selbst als Lösungsmittel für derartige Substanzen zu dienen, wogegen lipophobe (fettabstossende) Stoffe sich gegenteilig auswirken. Das elektrische und elektromagnetische System der hier vorgestellten Vorrichtung bewirkt Veränderungen an der diffusen Grenzfläche einer sogenannten Stern-Doppelschicht an den Partikeln innerhalb der Emulsionen. Diese Stern-Doppelschicht setzt sich aus einer starren und einer diffusen Schicht zusammen. Nach der Theorie von Otto Stern (1888-1969), Nobelpreisträger in Physik, baut sich aufgrund der Ladungsverteilung ein Potential auf, das in der starren Schicht linear und in der diffusen Schicht exponentiell abnimmt. Für die funktionale Wirkung an der diffusen Grenzfläche ist das jeweilige Zetapotential einer Emulsion massgebend, welches die Stabilität einer Mikroemulsion bzw. einer einzelnen Mizelle beschreibt. Das Zeta-Potential ist dabei ein Maß für die Abstoßung oder Anziehung zwischen Partikeln und eine Mizelle ist ein Kolloidteilchen, das aus zahlreichen kleineren Einzelmolekülen aufgebaut ist.

[0003] In elektrischen Isolationen von hochfrequenzführenden Leitungen oder in hochfrequenten Feldern stehenden Isolationen will man die Verluste so klein als möglich halten. Man benutzt dafür Werkstoffe, welche in solchen Feldern eine möglichst geringe Wirkleistung in ihrem Innern erzeugen und so zu niedrigen Verlusten führen. Umgekehrt wählt man Mikroemulsionen so, dass in ihrem Innern, d.h. an den Mizellenoberflächen, möglichst hohe Verluste und somit gewünschte Veränderungen entstehen. Man verfügt damit über eine Möglichkeit, die Struktur der Mizellen gesteuert und geregelt beeinflussen zu können, sodass sie kinetische Zustände annehmen, welche eine Entschichtung sowie eine Beschichtung von Materialien im molekularen Bereich ermöglichen. Ein System für solche Zwecke arbeitet mit einem Durchlaufverfahren, was eine Aktivierung bei kleinstmöglichem Energieeinsatz erlaubt. Mit Hilfe des Verfahrens besteht zusätzlich die Möglichkeit, das zu behandelnde Medium mit den unterschiedlichen Ladungen in einer Vakuumkammer zusammenzuführen, womit ein Ladungsausgleich, d.h. eine Umwandlung der Mikroemulsion in eine Nanoemulsion nahe an der Oberfläche des Behandlungsgutes stattfindet. Der nächstliegende Stand der Technik ergibt sich aus der US-A 5 152 923.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels rezyklierbarer Nanoemulsionen zu schaffen, sowie ein Verfahren zur Erzeugung und zur Anwendung der Nanoemulsionen in einer Mehrphasen-Grenzflächenbehandlung sowie zur Rezyklierung der Nanoemulsionen anzugeben.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst von einem Verfahren zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben, bei welchem eine solche Nanoemulsion erzeugt wird, indem zunächst eine Emulsion mit Micellen beliebiger Grösse durch eine Aktivierungseinrichtung fliesst, in welcher von einer Hochfrequenzelektrode und elektromagnetischen Hochfrequenzspule mittels Generatoren erzeugte elektrische und elektromagnetische Felder einander überlagert werden und mittels wählbarer Spannungen, Frequenzen und Phasenverschiebungen Resonanzen erzeugt werden, sodass infolge der Veränderung der Partikel-Doppelschichten, die eine Veränderung des Zeta-Potentials bewirkt, aus einer Mikroemutsion eine Nanoemulsion wird, mit dieser hernach die Oberfläche von Teilen in einer Vakuumkammer behandelt werden, und die anschliessend im Rezyklierungssystem rezykliert und dann wieder verwendet wird.

[0006] Die Aufgabe wird weiter gelöst von einer Vorrichtung zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben, bestehend aus einem Rohrkreislauf mit mindestens einer Pumpe zur Förderung einer Emulsion in einem Kreislauf, dieser Rohrkreislauf enthaltend eine Vakuumkammer zur Oberflächenbehandlung von darin befindlichen Teilen, wobei der Rohrkreislauf eine Aktivierungseinrichtung durchläuft, sowie eine Hochspannungs- und eine Hochfrequenzspule mit je separatem Generator mit Frequenzwandler zur Erzeugung eines elektrischen Feldes, wobei von ihnen separate Felder zur Umwandlung einer Mikroemulsion in eine Nanoemulsion erzeugbar sind, und die Vorrichtung weiter einen Transversal-Resonator zur Erzeugung eines Aerosols einschliesst, sowie Injektordüsen zum Einsprühen des Aerosols- /Nanoemulsionsgemisch in die Vakuumkammer.

[0007] In den Zeichnungen ist eine beispielsweise Vorrichtung mit ihren wesentlichen Bauelementen in verschiedenen Ansichten dargestellt und sie wird nachfolgend anhand dieser Zeichnungen beschrieben und das damit betriebene Verfahren wird erläutert. Die physikalischen Abläufe im Zuge des Entschichtungsverfahrens werden anhand schematischer, stark vergrösserter Darstellungen erklärt.

Es zeigt:

Figur 1: Die Vorrichtung in einer Ansicht von hinten gesehen;

Figur 2: Die Vorrichtung in einer Ansicht von vorne gesehen, mit entfernter Frontseiten-Abdeckung;

Figur 3: Aktivierungseinrichtung mit einem Pumpenausgang und einem Transversal-Resonator;

Figur 4: Einen Querschnitt durch das Rezyklierungssystem;

Figur 5-10: Die verschiedenen Phasen einer Entschichtung mittels Nanoemulsion schematisch und stark vergrössert dargestellt.

[0008] Um die Vorrichtung und das mit ihr betriebene Verfahren besser beschreiben und verstehen zu können, wird hier zunächst eine kleiner Exkurs über Mikroemulsionen gegeben: Diese Mikroemulsionen können rein organisch oder wässrig organisch aufgebaut sein. Bei der rein organischen Mikroemulsion wird eine Trägerflüssigkeit eingesetzt, welche aus einer oder mehreren Molekülarten besteht. Bei den wässrigen Mikroemulsionen hingegen besteht die Trägerflüssigkeit aus Wasser.

[0009] Der Trägerflüssigkeit werden nun verschiedene oberflächenaktive Stoffe beigegeben, das heisst Stoffe, die mit ihrer Oberfläche in Verbindung mit einem anderen Stoff physikalisch begründete Bindungen eingehen. Diese Stoffe bilden in der Trägerflüssigkeit durch Selbstorganisation sogenannte Mizellen. Je nach Aufgabenstellung werden zudem oberflächenaktive Stoffe eingesetzt, welche monomolekulare oder bimolekulare Mizellen bilden. Solche Tenside sind lösliche organische Verbindungen, welche die Grenzflächenspannung herabsetzen. Sie weisen mindestens einen hydrophoben Molekülteil und eine hydrophile Gruppe auf. Grundvoraussetzung für die Stabilität und die molekulare Selbstorganisation der Behandlungsflüssigkeit ist, dass die molekularen, oberflächenaktiven Stoffe in der Trägerflüssigkeit nicht lösbar sind. Für die Einstellung und Anpassung der Grenzflächenkinetik an den Doppelschichten der Nanopartikeln werden Enzyme eingesetzt.

[0010] Für die Bildung der organischen und der wässrigen Mikroemulsionen stehen verschiedene ober- und grenzflächenaktive Stoffe zur Verfügung. Diese können grob eingeteilt werden in:

- Anionische Stoffe
- Kationische Stoffe
- Nichtiogene Stoffe
- Amphotere Stoffe

Anionische oberflächenaktive Stoffe sind in der Lage, Mizellen mit einer negativen Ladung zu bilden. Kationische oberflächenaktive Stoffe sind in der Lage, Mizellen mit einer positiven Ladung zu bilden. Nichtiogene oberflächenaktive Stoffe sind in der Lage, Mizellen mit einer Null-Ladung zu bilden. Amphotere oberflächenaktive Stoffe sind in der Lage, Mizellen mit einer negativen oder positiven Ladung zu bilden. Bei all diesen Stoffen ist die Ladungsstärke vom Zetapotential abhängig. Die Ladungsart wird durch elektrische und magnetische Kräfte bestimmt, welche an der Systemgrenzfläche wirksam sind.

[0011] Die amphoter-aktiven Stoffe werden in Entschichtungs- und Beschichtungssystemen eingesetzt, bei welchen sehr kurze Umwandlungszeiten gefordert sind. Aus diesem Grund sind diese Stoffe besonders gut für das vorliegende Verfahren geeignet. Mit der vorgestellten Vorrichtung können sie mit Hilfe der magnetischen und elektrischen Phasensteuerung in Bruchteilen von Sekunden umgeladen werden. Die Ladungsmöglichkeiten bewegen sich zwischen negativ (anionisch), Nullpotential (neutral) und positiv (kationisch). Durch geeignete Resonanzen kann mit dieser Vorrichtung und dem damit betriebenen Verfahren das Zeta-Potential an einer Stern-Doppelschicht unabhängig vom chemischen Potential gesteuert und geregelt werden. Es sind dabei Zetapotential-Einstellungen von -15 bis +15 möglich.

[0012] Weitere Stoffe, die in Mikroemulsionen eingesetzt werden, sind:

- Enzyme
- Organische und anorganische Nanopartikel
- Lins- und rechtsdrehende Terpene

Die Enzyme sind in der Lage, die Energieverhältnisse von Mizellen, Nanopartikeln und links- und rechtsdrehenden Molekülen zu steuern. Im Normalfall wirken sie als Katalysatoren, die die Reaktionsenergie zwischen zwei Systemen verkleinern. In der Mikroemulsion werden die Enzyme nicht verbraucht. Nanopartikel die kleiner als 20 nm gross sind, sind sehr reaktionsfreudig und in der Lage, hohe Energieschranken zu durchbrechen. In der Mikroemulsion sind sie wichtig für die selbstorganisierte Reaktion in den einzelnen Phasen der Be- und/oder Entschichtungsverfahren. Die links- und rechtsdrehenden Moleküle (vorwiegend Terpene) sind verantwortlich für die Bildung, Vergrösserung und

Stabilisierung der Mikrokapillaren, auf welche später noch genauer eingegangen wird.

[0013] Die elektrischen Eigenschaften von Mizellen stehen in einer gewissen Analogie zu den kinetischen Eigenschaften. Da in den Mizellen im Gegensatz zu den Metallen nahezu keine Elektronenleitfähigkeit vorhanden ist, hängen die elektrischen Eigenschaften in besonderem Masse, ebenso wie die mechanischen Eigenschaften, von der Beweglichkeit der molekularen Bausteine der Mizellen ab. Kennzeichnend für diese Eigenschaften ist die Dielektrizitätszahl ε_r. Man nennt ε_r die "Relative Dielektrizitätszahl". Die Größe der Dielektrizitätszahl eines Isolierstoffes wird bestimmt durch die Stärke der Polarisation. Sie ist dimensionslos, hängt aber sowohl vom Werkstoff als auch von der Temperatur und der Frequenz ab. An der Oberfläche der Mizellen entstehen unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes sogenannte Polarisationsladungen, die influenzieren. Mit Influenz ist dabei die Trennung von Ladungen eines leitenden Körpers unter dem Einfluss der von äußeren Ladungen ausgeübten elektrischen Kräfte gemeint. Die dielektrische Polarisation ist der Anteil der Verschiebungsflussdichte, der auf das Dielektrikum entfällt. Die Größe der dielektrischen Polarisation P ergibt sich nach der Beziehung:

$$P = \varepsilon_0 \cdot E \cdot (\varepsilon_r - 1) \qquad (1)$$

ε_0 elektrische Feldkonstante ($\varepsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} AsV^{-1}m^{-1}$)
ε_r Dielektrizitätszahl (relative Dielektrizitätskonstante)
E elektrische Feldstärke

[0014] Aus der Gleichung (1) kann abgeleitet werden, daß die Dielektrizitätszahl um so größer ist, je ausgeprägter das polare Verhalten und somit P eines Stoffes ist. Liegt nur eine Verschiebungspolarisation vor, so ist die Dielektrizitätszahl klein. Tritt aber neben der Verschiebungspolarisation zusätzlich eine Orientierungspolarisation auf, so ist die Dielektrizitätszahl größer. Sie kann dann Werte von 4 bis 100 erreichen. Liegt eine spontane Polarisation vor, können sogar Spitzenwerte bis zu 100.000 als Dielektrizitätszahl erreicht werden. Was aber genau ist die Polarisation? Reale Körper bestehen aus gleich vielen positiven und negativen elektrischen Ladungen, auf die ein einwirkendes elektrisches Feld kinetische Kräfte ausübt. Positive Ladungen werden in Feldrichtung, negative entgegen der Feldrichtung beschleunigt. Mizellen haben praktisch keine frei beweglichen Ladungsträger. Die Ladungen sind an Träger (Atome, Molekülsegmente) gebunden. Sie können somit nur elastisch um ein der Feldstärke proportionales Mass verschoben werden. Die Schwerpunkte der positiven und negativen Ladungen fallen damit nicht mehr zusammen; es bilden sich elektrische Dipole. Bei der Elektronenpolarisation bewirkt das äussere Feld eine Deformation der Elektronenhülle der Atome. Sie tritt bei unpolaren Stoffen auf. Bei der reinen Elektronenpolarisation ist $\varepsilon_r = n^2$ (n = optischer Brechungsindex). Sie ändert sich auch mit der Frequenz praktisch nicht, mit der Temperatur nimmt sie ab, da infolge der Wärmedehnung die Zahl der polarisierbaren Teilchen kleiner wird. Da einzig die zum Bau von Mizellen verwendeten Moleküle selbst oder Teile von ihnen "permanente Dipole" darstellen, lassen sie sich in elektrischen Feldern ausrichten, so dass eine makroskopische Polarisation entsteht, welche bei polaren, oberflächenaktiven Stoffen höher ist als bei unpolaren. Die Polarisationsanteile sind entsprechend den unterschiedlichen Mechanismen auch unterschiedlich beweglich. Da in Mizellen die permanenten Dipole relativ grosse Gruppen sind, können sie nur verhältnismässig niedrigen Frequenzen folgen. Von erheblichem praktischen Interesse ist die Frage des Einflusses von Farbpigmenten auf die relative Dielektrizitätskonstante. Die wichtigste Mischregel errechnet sich näherungsweise aus der Summe der Dipolmomente der Farbpigmente und derjenigen der Trägermatrix auf die gesamte Ladungsdichte zu:

$$\varepsilon_{eff} = \varepsilon_{Matrix}\left(1 - 3p \cdot \frac{\varepsilon_{Matrix} - \varepsilon_{r,Pigment}}{2 \cdot \varepsilon_{Matrix} + \varepsilon_{r,Pigment}}\right) \qquad (2)$$

wobei p = Volumengehalt.
So ergibt sich beispielsweise für Lufteinschlüsse (Schaum, Fliesszonen, etc.) mit $\varepsilon_{r,Luft} \approx 1$:

$$\varepsilon_{eff} = \varepsilon_{Matrix}\left(1 - 3p \cdot \frac{\varepsilon_{Matrix} - 1}{2 \cdot \varepsilon_{Matrix} + 1}\right) \quad (3)$$

und bei Metalleinschlüssen mit $\varepsilon_{r,Metall} \approx \infty$:

$$\varepsilon_{eff} = \varepsilon_{Matrix}(1 + 3p) \quad (4)$$

[0015] Das vorgestellte Verfahren kann in Verbindung mit einer Mikroemulsion in verschiedenen Anwendungen genutzt werden. Es funktioniert für Beschichtungen und Entschichtungen im Nanobereich. Die Entschichtungen dienen zum Beispiel der

- Entfernung von nassen und angetrockneten Druckfarben
- Entfernung von ein- und zweikomponentigen Farben
- Entfernung von Kunststoffbeschichtungen
- Entfernung von industriellen Schmutzschichten
- usw.

Die Beschichtungen dienen der

- Veränderung der Leitfähigkeit von Kunststoffoberflächen
- Veränderung der Oberflächenenergie von Kunststoffoberflächen, z.B. Epilamisierung, Verbesserung der Gleiteigenschaft, etc. • Auftragung funktioneller Nanoschichten auf Festkörper
- usw.

[0016] Das Verfahren hat zum Ziel, in der Aktivierungseinrichtung eine Mikroemulsion in eine Nanoemulsion umzuwandeln und mit Hilfe des Phasenresonators durch elektromagnetische Felder auf den Feststoffpartikeln der Nanoemulsion aktive elektrische Grenzflächen-Doppelschichten im molekularen, respektiv atomaren Bereich zu erzeugen. Elektrische Doppelschichten sind bekanntlich für viele physikalisch kinetische Phänome wie Elektro-Osmose, Elektrophorese, Strömungspotentiale und Sedimentationspotentiale verantwortlich. Die elektrisch kinetischen Kräfte, die in einer Flüssigkeit auf elektrisch geladene Partikel wirken, werden als Colombsche-Kräfte bezeichnet. Für die Funktion des benannten Verfahrens, das für die Schichtbildung und Schichtentfernung auf Festkörpern eingesetzt werden kann, werden an den Doppelschichten verschiedener Systeme durch elektrische und hochfrequente Hochspannungsfelder elektrokinetische Veränderungen erzeugt. Dazu wird in die Aktivierungseinrichtung ein Gasgemisch eingelassen. Dabei entsteht aus einem Teil der Nanoemulsion ein Aerosol, das zusammen mit der restlichen Nanoemulsion mit den rotierenden Injektordüsen des Transversal-Resonators in die Vakuumkammer gesprüht wird. In der Vakuumkammer wird durch den rotierenden Transversal-Resonator ein parabolisches, asymmetrisches, transversal überlagertes Rotationsfeld erzeugt. In diesem Feld reagieren die Doppelschichten der eingesprühten Partikel und bilden in den einzelnen Prozessphasen funktionelle Resonanzen. Für das Be- und Entschichtungsverfahren werden verschiedene funktionelle Ein- oder Mehrphasenverfahren eingesetzt.

[0017] Eine entscheidende Rolle für das Mehrphasenverfahren ist unter anderem der Einfluss der Zusammensetzung der verwendeten Mikroemulsion als auch die programmgesteuerte Reaktionstechnik in der Aktivierungseinrichtung bzw. im Phasenresonator. In den einzelnen Phasen werden mit dem Phasenresonator punktuelle aktive und energiereiche Zentren mit elektrokinetischen Ladungen gebildet, mit denen die Struktur der abzulösenden organischen Schicht verändert wird. In diesen aktiven Zentren werden die Moleküle, Enzyme und Nanopartikel-Grenzflächenatome gelöst und es entstehen in der organischen Schicht wirkungsvolle, intermolekulare Kräfte. Dadurch entstehen zwischen den Schichtmolekülen unterschiedliche Wechselwirkungen, die in den vier Phasen des Mehrphasen-Entschichtungssystems noch genauer beschrieben werden. Eine Besonderheit dieses Verfahrens ist die Selbstorganisation von Nanopartikeln, die durch die Adsorption von Ionen und durch Eigendissoziation gebildet wird. Nanopartikel, die sich in diesem Zustand befinden, können in Kontakt mit ionischen Grenzflächen zu Systeminstabilitäten führen. Dieser Effekt wird in der nachfolgend beschriebenen Phase 4 beim Abtragen grösserer Schichtagglomerationen wirksam. Ein weiterer Effekt, der im Verfahren der nachfolgend beschriebenen Phase 1 genutzt wird, ist das Entstehen von Materiewellen, die in der orga-

nischen Schicht ein Netzwerk von Spaltkapillaren bilden. Aus der Bildungserscheinung der Elektronen und Neutronen weiss man, dass materiellen Teilchen Eigenschaften von Materiewellen zukommen, wenn die molekulare Kraftkonstanten sehr gross sind (Erweiterung des Maxwellschen Gleichungsgesetzes der Translationsenergie). Im Gegensatz zu den elektromagnetischen Wellen bzw. Protonen ist bei Materiewellen die Ausbreitungsgeschwindigkeit verschieden von der Teilchengeschwindigkeit. Bei der Erzeugung eines Teilchenstrahles durch einen unendlich langen Wellenzug ist der Impuls des Teilchens durch die Wellenlänge eindeutig festgelegt. Der Ort, der ein Teilchen zu einem bestimmten Zeitpunkt einnimmt bzw. durchläuft, ist jedoch völlig unbestimmt. Um die örtliche Lage eines Teilchens, das in die organische Schicht eindringt, wenigstens ungefähr kennzeichnen zu können, muss man ein Wellenpaket heranziehen. Ein solches Wellenpaket entsteht durch Überlagerung zahlreicher Wellenzüge, in der die Wellenlänge und die Amplitude so gewählt sind, dass es zu Interferenzen kommt. Mithilfe eines Wellenpaketes, das in der nachfolgend beschriebenen Phase 3 zum Einsatz kommt, kann die Unbestimmtheit der örtlichen Lage der Teilchen eingeengt werden. Allerdings ist dies nur möglich auf Kosten der Schärfe in der Angabe des Impulses. Die Wellennatur materieller Teilchen bringt daher eine grundsätzliche Unschärfe der gleichzeitigen Angabe von Ort und Impuls eines Teilchens (Unschärferelation, Physiker Werner Heisenberg, 1927).

[0018] Ein spezifisches Anwendungsbeispiel für den Einsatz solcher Nanoemulsionen ist die Reinigung von Tampondruckerei-Utensilien. Hierzu wird eine Vorrichtung eingesetzt, die in Figur 1 von hinten dargestellt ist. Sie ist aus Chromstahl gefertigt und weist eine von oben zugängliche Vakuumkammer 1 auf, in welche ein Behandlungskorb 2 mit zwei Griffbügeln 3 einführbar ist. Abzureinigende Utensilien, das heisst im vorgestellten Beispiel Tampondruck-Clischees, werden in diesen Korb 2 gelegt und danach in die Vakuumkammer 1 eingebracht. Anstelle des Behandlungskorbes 2 wird vielfach nur ein Gitter zur Aufnahme des Reinigungsgutes eingesetzt. Die Vakuumkammer ist mit einem Deckel 4 verschliessbar, der hierzu mit Hilfe von Scharnieren auf der Oberseite der Vorrichtung befestigt ist. Der Bediener steht auf der Vorderseite der Vorrichtung, das heisst auf der hier im Bild abgewandten Seite. Der Deckel wird also, ausgehend aus dem geschlossenen Zustand, nach vorne aufgeschwenkt und bildet hernach eine Ablagefläche für den aus der Vakuumkammer zu hebenden Behandlungskorb 2 oder das Reinigungsgut. Neben der Vakuumkammer 1 erkennt man ein Rezyklierungssystem 5, in welchem die Mikroemulsion von der Farbe befreit wird, wie das später noch genauer beschrieben wird. An der Rückseite der Vorrichtung befindet sich eine Öffnung 6 für die Abluft, welche bei der Erzeugung des Vakuums in der Vakuumkammer 1 entsteht. An der Öffnung 6 kann ein betriebsinternes Abluftsystem oder ein Aktiv-Kohlenfilter angeschlossen werden. Auf einer Schmalseite der Vorrichtung befindet sich zudem ein Druckluftanschluss 7 und ein Elektroanschluss 8.

[0019] In Figur 2 sieht man die Vorrichtung in einer Ansicht von vorne gesehen, mit entfernter Frontseiten-Abdeckung. Unter der Vakuumkammer 1 sind zwei Umlaufpumpen 9 zu erkennen. An jedem Pumpenausgang ist eine hier nicht vollständig sichtbare Aktivierungseinrichtung 10 angeschlossen. Diese Aktivierungseinrichtung 10 ist jeweils mit Hilfe einer Verschraubung mit dem entsprechenden Transversal-Resonator (hier nicht sichtbar) in der Vakuumkammer 1 verbunden. Im Boden der Vakuumkammer 1 befindet sich der Ablauf, der über ein T-Stück 11 und je eine Verschraubung mit den Pumpeneingängen verbunden ist. Die Umlaufpumpen 9 fördern die Mikroemulsion also über die Aktivierungseinheiten 10 in die Transversal-Resonatoren, wo sie als Aerosol-/Nanoemulsionsgemisch in die Vakuumkammer 1 auf das Reinigungsgut gesprüht wird. Die Mikroemulsion verlässt die Vakuumkammer 1 über einen Ablauf, welcher über das T-Stück 11 und den Verbindungsrohren mit den Umlaufpumpen 9 verbunden ist. Dieser soeben beschriebene Reinigungskreislauf kann je nach Reinigungsanforderung alternativ auch mit einer oder mehr als zwei Pumpen betrieben werden. Neben dem Reinigungskreislauf enthält die Vorrichtung zudem einen Kreislauf zur Rezyklierung. Die beiden Aktivierungseinrichtungen 10 sind dabei über ein Verbindungsrohr 12 miteinander verbunden. In dessen Mitte befindet sich ein Ventil 13, welches nach Einschaltung über den Schlauch 14 dem Rezyklierungssystem 5 einen Teil der Emulsion zur Rezyklierung zuführt. Nach dem Rezyklierungsprozess wird die nun saubere Mikroemulsion über die Leitung 15 und das Ventil 16 wieder der Vakuumkammer 1 zugeführt. Bei geschlossenem Ventil 16 wird dem Rezyklierungssystem 5 für eine Rückspülung von unten Luft eingeblasen. Auf die Rückspülung wird später in der Figur 4 noch genauer eingegangen. Oberhalb der Aktivierungseinrichtungen 10 erkennt man die zur Vorrichtung gehörige elektrische Schaltung 17, die auf der Aussenseite der Vakuumkammer 1 angebracht ist. Zu dieser elektrischen Schaltung 17 gehören auch die Generatoren zum Betrieb der Elektrode und der Spulen sowie die Phasendiskriminatoren. Mit diesen Generatoren können Hochspannungsfelder von 1 bis 10'000 Volt erzeugt werden, mit überlagerten Frequenzen von 10 Hz bis 1 GHz. Rechts der Vakuumkammer 1 ist ein Vakuumventil 18 zu erkennen. Das Vakuumventil 18 hat die Aufgabe, die Vakuumkammer 1 unter Vakuum zu setzen und die Abluft über die Öffnung 6 (Figur 1) abzuführen. Das 3/2-Wegeventil 19 dient der Be- und Entlüftung des Rezyklierungssystems 5 sowie der Belüftung der Vakuumkammer 1.

[0020] Die Figur 3 zeigt in einer vergrösserten Ansicht den Ausgang einer Umlaufpumpe 9, eine Aktivierungseinrichtung 10 und einen Transversal-Resonator 20. Mit Hilfe der Aktivierungseinrichtung 10 wird die Mikroemulsion in eine Nanoemulsion umgewandelt. Mit dem rotierenden Transversal-Resonator 20 werden die einzelnen Prozess-Schritte für das 4-Phasen-Verfahren erzeugt. Am Pumpenausgang 9, befestigt mit einer 1"-Verschraubung, befindet sich die Aktivierungseinrichtung 10. Die Aktivierungseinrichtung 10 besteht aus einem Abschirmgehäuse 21, bestehend aus einem Rohr, das am Bodenabgang der Vakuumkammer 1 angeschweisst ist. In dem Abschirmgehäuse 21 ist ein Isolator 22

eingebaut. In der Mitte des Isolators 22, d.h. im Flüssigkeitseinlass, befinden sich eine oder zwei Hochspannungselektroden 23 und zwei Schleifkontakte 24. Die Hochspannungselektrode 23 ist über je einen Schleifkontakt 24 mit den Wellenleitern 25 und den Permanentmagneten 26 verbunden. Ausserhalb des Abschirmgehäuses 21 ist eine elektromagnetische Hochfrequenzspule 27 aufgesetzt. Im oberen Teil des Isolators 22, welcher in die Vakuumkammer 1 hineinragt, befindet sich ein Kugellager 28 und ein Befestigungsgewinde für den Transversal-Resonator 20. Am unteren Ende, unterhalb der Hochfrequenzspule 27 befindet sich der Anschluss 29 für die Hochspannungsetektrode 23. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich der Einlass 30, über welchen dem System gasförmige, dampfförmige oder flüssige Wirkstoffe zugeführt werden können. Der Transversal-Resonator 20 besteht aus einem zylindrischen Drehteil 31 aus Kunststoff oder Keramik mit Innengewinde zur Befestigung auf der Aktivierungseinheit 10 und zwei seitlich angebrachten Gewinden für die Hohl-Düsenstäbe 32 aus Kunststoff. Im oberen Teil sind ein oder mehrere Ring-Permanentmagnete 33 eingebaut. Auf den Hohl-Düsenstäben 32 sind je eine oder mehrere Injektordüsen 34 eingeschraubt, während sich unten, leicht seitlich versetzt je eine Bohrung 35 befindet. Durch den Austritt der Nanoemulsion aus den beiden Bohrungen 35 rotiert der Transversal-Resonators 20 um seine Achse. In den Hohl-Düsenstäben 32 ist in der Mitte je ein Wellenleiter 25 aus Wolfram oder Edelstahl befestigt, welcher auf der äusseren Seite mit einem Permanentmagneten 26 abgeschlossen ist. Auf der Innenseite sind die Wellenleiter 25 mit je einem Schleifkontakt 24 der Aktivierungseinrichtung 10 verbunden. Im unteren Teil der Aktivierungseinheit 10 befindet sich eine Membrane als Phasenresonator 36, die über den Anschluss 37 für die Herstellung von Nanopartikeln mit definierten Grössen mit einem separaten Hochspannungs-/Hochfrequenzgenerator versorgt wird.

[0021] Die Mikroemulsion wird im Rezyklierungssystem 5 kontinuierlich von der aufgenommenen Farbe befreit. Das Rezyklierungssystem 5, welches in Figur 2 sichtbar ist, wird in Figur 4 in einem Querschnitt dargestellt. Es handelt sich um einen Topf aus Chromstahl. Im Prinzip lässt sich ein üblicher Chromstahl-Dampfkochtopf als Rezyklierungssystem 5 verwenden. Im Topfboden befindet sich eine Ablass-Öffnung 38. An dieser Ablass-Öffung 38 ist ein Verteiler 39 mit einer elektromagnetischen Durchfluss-Spule 40 befestigt. Die Durchfluss-Spule 40 hat die Aufgabe, die Mikroemulsion wieder in einen definierten Zustand zurückzusetzen. Unterhalb der Spule 40 ist am Verteiler 39 ein Lufteinlassventil 41 mit vorgeschaltetem Rückschlagventil 42 für die Rückspülung eingebaut. Über die Leitung 15, welche ebenfalls am Verteiler 39 angebracht ist, verlässt die saubere Mikroemulsion das Rezyklierungssystem 5. Seitlich am Topf sind vier Einlässe 43,44 und 47,48 mit Gewinden eingepresst. Die Einlässe 43 und 44 sind mit einem Schlauch 45 verbunden. Für die Niveaukontrolle befindet sich auf dem Schlauch 45 eine einstellbare kapazitive Niveausonde 46. Der obere Einlass 47 ist mit einem 3/2-Wege-Ventil mit dem Drucklufteingang über einen Nylonschlauch verbunden. Der untere Einlass 48 ist mit dem Schlauch 14 mit Ventil 13 verbunden. Über diesen Schlauch 14 wird ein Teil der Mikroemulsion dem Rezyklierungssystem 5 zur Rezyklierung zugeführt. In das Rezyklierungssystem 5 wird eine Trennplatte 49 hineingelegt. Diese Trennplatte 49 wird mit einer T-förmigen Befestigungseinheit 54 auf einem Dichtungsring 55 auf dem Topfboden befestigt. Sie besteht aus einem Metalleinsatz 50 mit zwölf Ablassbohrungen. Angeschweisst in den Metalleinsatz 50 ist ein Edelstahlnasenblech 51 als Distanzhalter. Darauf liegt eine Piezo-Folie 52 aus beschichtetem Edelstahl- oder Kunststoffgewebe. Alternativ kann auch eine Elektrode, bestehend aus einem Metallgewebe, die von einem externen Generator mit Hochspannung versorgt wird, eingelegt werden. Über der Piezofolie 52 oder der Hochspannungselektrode liegt ein feinmaschiges Edelstahlgitter 53. Die eingelegten Teile sind am Rand mit einer hochohmigen Vergussmasse 56 gegenüber dem Metalleinsatz 50 isoliert befestigt. In der Mitte der Trennplatte 49 befindet sich für die Befestigung und Entnahme ein Edelstahlstutzen mit Bohrung 57. Die Trennplatte 49 hat neben dem Aufbau einer flüssig/flüssig Doppelschicht zur Farbabtrennung die Aufgabe, das Abfliessen des feinkörnigen Adsorbers zu verhindern.

[0022] Bei der ersten Inbetriebnahme oder nach einer Farbentnahme wird zuerst ein Messbecher Adsorber oder eine Einheit vakuumverpackte Adsorberpaste in das Rezyklierungssystem 5 zugegeben. Der Adsorber besteht aus verschiedenen organischen und anorganischen Stoffen die so gewählt werden, dass diese in der Lage sind, bei der Rezyklierung die teuren Wirkstoffe der Mikroemulsion durch Austausch wieder freizugeben. Nach der Zugabe des Adsorbers wird das Rezyklierungssystem 5 dicht verschlossen, wozu im Falle eines Dampfkochtopfes der dazugehörige Deckel verwendbar ist. Nach dem Starten des Reinigunsprozesses ist parallel dazu die Rezyklierung der Emulsion aktiv. Im Rezyklierungssystem 5 wird dabei zuerst die Rückspülung gestartet. Sie vermischt den Adsorber mit der verschmutzten Emulsion. Während dem Reinigungsprozess wird das Rezyklierungssystem 5 zyklisch über das Ventil 13 mit verschmutzter Emulsion befüllt. Das Füllvolumen wird durch die kapazitive Niveausonde 46 bestimmt. Während der Vermischung mit dem Adsorber werden die an die Farbagglomerationen gebundenen molekularen Wirkstoffe wieder freigegeben und durch Adsorbermoleküle ersetzt. Die freigegebenen Wirkstoffe bilden teilweise wieder Mizellen und nehmen eine negative Ladung an. Durch den auf die Piezomembrane wirkenden den Druck und/oder das Vakuum bildet sich zwischen dem Adsorber und der Trennplatte eine flüssig/flüssig Trennschicht mit einer negativen Feldspannung. Diese Feldspannung (Hochspannung) bildet einen elektrostatischen Filter und trennt die positiv geladenen Farbagglomerationen von der negativ geladenen Mikroemulsion. Die von der Farbe befreite Mikroemulsion verlässt das Rezyklierungssystem 5 über die am Boden vorhandene Ablass-Öffnung 38. Die an den Adsorber gebundenen Farbrückstände bleiben hingegen bis zur Farbentnahme im Topf. Beim Durchgang der Mikroemulsion durch die elektromagnetische Durchfluss-Spule 40 werden die Mizellen ihrer Ladung entsprechend wieder in den Ursprungszustand zurückversetzt. Anschliessend wird

die regenerierte Mikroemulsion über die Leitung 15 und durch das Ventil 16 wieder der Vakuumkammer 1 zugeführt. Die abgeschiedene Farbmenge wird zeitlich und/oder durch eine Sonde in Bezug auf die Menge überwacht. Wenn die maximal zulässige Farbmenge erreicht ist, wird automatisch ein Farbentnahmeprozess ausgeführt. Dabei wird das Rezyklierungssystem 5 entleert und die Restsubstanz mit Luft aus dem Einlass 47 getrocknet. Nach Beendigung dieses Prozesses wird der Deckel von Hand geöffnet und die Trennplatte 49 mit den an den verbrauchten Adsorber gebundenen, pulverförmigen und trockenen Farbrückständen manuell entnommen. Nach Entfernung der Rückstände wird die Trennplatte 49 wieder in das Rezyklierungssystem 5 eingesetzt und mit der T-förmigen Befestigungseinheit 54 fest verschraubt. Ein neuer Reinigungsprozess kann erst wieder gestartet werden, wenn das Rezyklierungssystem 5 wieder mit Adsorber frisch befüllt und der Deckel geschlossen wurde. Das Rezyklierungssystem erlaubt eine zeitlich praktisch unbeschränkte Nutzung der Mikroemulsion. Lediglich die Verschleppungsverluste müssen von Zeit zu Zeit ersetzt werden.

[0023] Im Folgenden werden jetzt noch die einzelnen Phasen des Mehrphasen-Verfahrens im Einzelnen beschrieben und erläutet: Figur 5 zeigt dabei die Phase 1: In dem Mehrphasenverfahren werden organische Schichten von der Rückseite her abgebaut und bei der Schichtbildung von der Vorderseite her aufgebaut. Deshalb wird beim Schichtabbau in der Phase 1 die organische Schicht mit einer Hohlraumstruktur versehen, d.h. sie wird durchlässig gemacht. Es werden dazu in einem polaren, transversalen Wechselfeld gasbeladene Nanopartikel mit angelagerten links- und rechtsdrehenden Molekülen aus dem im Transversal Resonator erzeugten Aerosolgemisch in Richtung der Substratoberflächen beschleunigt. Hierzu wird eine Potentialdifferenz von $\Delta_{\varphi 0}$ = 3000 V und eine überlagerte Wechselspannung von 4000V zwischen den beiden Elektroden (Wellenleiter) des Transversal Resonators angelegt. Im Wechselfeld werden die Energieniveaus der Nanopartikel-Phasengrenzschichten periodisch angehoben und abgesenkt. Dadurch wird der Injektionsvorgang beschleunigt. Die Kanalwände der durch das Eindringen der gasbeladenen Nanopartikel erzeugten Mikrokanäle werden mit links- und rechtsdrehenden Molekülen belegt. Dieser Vorgang wird durch eine Tandem-Reaktion vollzogen. Dies ist eine Reaktionsfolge, in der zwei verschiedene Reaktionen unmittelbar aufeinander folgen, wobei die erste Reaktion, die Injektion, die zweite, die Belegung der Kanalwände, praktisch erzwingt. Die so erzeugten Kapillaren bleiben ca. 30 bis 60 Sekunden stabil.

[0024] Phase 2: (Figur 6) Durch die Veränderung der elektrischen Doppelschicht auf den Nanopartikeln M_2 erfolgt ein Injektionsvorgang in Richtung Substrat, bzw. der auf dem Substrat anhaftenden organischen Schicht. Am Phasenübergang der (Aerosol/Flüssigkeit) $\leftrightarrow$ (Schicht) entsteht ein Potentialabfall und damit eine Veränderung der Resonanzfrequenz an den Partikelgrenzflächen M_2. Damit das Potential der Partikel-Doppelschicht im Injektionskanal an die links und rechtsdrehenden Molekülen angeglichen wird, wird zuerst ein auf das elektrische Strömungspotential angepasstes polares Feld aufgebaut, das in den Mikrokapillaren ein stationäres Geschwindigkeitsfeld mit einer assimetrischen Potentialverteilung erzeugt. Dazu wird im Transversal-Resonator zwischen den beiden Elektroden (Wellenleiter) eine Potentialdifferenz von $\Delta\varphi_0$= 500 V angelegt. Das dimensionslose Potential an dem Substrat beträgt dann Φ_{11} = 1 und an den Wänden Φ_{21} = 0 . Durch die asymptotische Anpassung der elektrischen Randbedingung und dem Drehfeld, das durch die Rotation der beiden Elektroden (Wellenleiter) aufgebaut wird, strömen die Partikel M_2 durch die in der Phase 1 gebildeten Mikrokapillaren in Richtung Substratoberfläche. Dort angekommen, übertragen sie einen Teil der kinetischen Energie an die Phasengrenzfläche "Substrat $\leftrightarrow$ Schicht", wo sie durch die örtliche Veränderung des Zeta-Potentials eine molekulare Trennschicht bilden.

[0025] Phase 3a: (Figur 7) In der Phase 3a werden an der Aussenseite der organischen Schicht nichtiogene Moleküle angelagert. Nach einer molekularen Belegung der äusseren Grenzschicht wird in dieser die Oberflächenspannung erhöht. Die Grenzschicht wölbt sich dadurch konkav nach aussen. Gleichzeitig diffundieren amphotere Moleküle in die noch offenen Kapillaren. Nach Verlust ihrer Bewegungsenergie bleiben sie im Schichtsystem stecken. Eine Verteilung im Schichtsystem ergibt sich durch die unterschiedlich grossen Bewegungsenergien der einzelnen amphoteren Moleküle. Phase 3b: (Figur 8) In einem hochfrequenten Energiefeld kommen die energiearmen, amphoteren Moleküle in Resonanz und mutieren zu Anionen. Gleichzeitig bilden sie ein Netzwerk kleiner Bezirke, wodurch in der organischen Schicht spaltförmige Kapillaren entstehen, in welchen die in der Phase 4 aktiven Stoffe zu den Anionen transportiert werden.

[0026] Phase 4: (Figuren 9 und 10) In der Phase 4 kommt die Methode "Phasen-Transfer-Katalyse" zum Einsatz. Diese ermöglicht Reaktionen zwischen Substanzen, die sich in verschiedenen, nicht mischbaren Phasen befinden. Beim Kontakt der anionischen Phase M_x mit der mit Nanopartikeln beladenen Enzymphase M_y geschieht noch nichts. Die Reaktion kommt erst in Gang, wenn ein Ion aus der Phase M_x durch die Grenzfläche $M_{x,y}$ in die Phase M_y extrahiert. Durch die katalytische Wirkung der Enzyme entsteht dann im Phasenraum $M_{x,y}$ eine heftige Reaktion, die in den Doppelschichten, an den Grenzflächen der Nanopartikel, einen Potentialsprung verursacht. Dieser Potentialsprung führt zu einer Instabilität des Phasenraumes $M_{x,y}$, was zur Folge hat, dass die Phasenraumzellen innerhalb weniger Mikrosekunden in ihre Bestandteile zerfallen. Durch die dabei freigesetzte Bindungsenergie entstehen in der organischen Schicht punktuell grosse, energetische Zentren, die im Makrobereich dazu führen, dass in der organischen Schicht grosse Bezirke (zum Beispiel Farbagglomorationen) abgestossen werden.

[0027] Mit dem beschriebenen Reinigungsverfahren werden grundsätzlich keine Stoffe gelöst. Je nach Verfahrensstufe entstehen Mischungen, die sich zum Teil selbst oder unter dem Einfluss des Verfahrens zurückbilden. All diesen Verfahren ist gemeinsam, dass zur Erzielung des gewünschten Effektes Wechselwirkungskräfte zwischen den gleichen

und ungleichen Partnern bestehen müssen. Die Bandbreite der Einsatzmöglichkeiten des Verfahrens ist sehr gross. Es kann mit einer geeigneten Mikroemulsion nicht nur für Entschtchtungen sondern auch für Beschichtungen benutzt werden. Diese Möglichkeit ist gegeben durch die gezielte Erzeugung gewünschter Doppelschichten mit einer geeigneten Matrix. In erster Linie werden im Verfahren die möglichen Veränderungen von physikalischen Eigenschaften und die Selbstorganisation der Nanopartikel sowie die Eigenschaften von Doppelschichten genutzt. Es können somit Systeme aufgebaut werden, welche bei kleinstmöglichem Energieaufwand eine grosse Wirkung erzielen. Neben den physikalischen Veränderungen in Doppelschichten können mit dem Verfahren auch gezielt chemische Veränderungen ausgelöst werden. Das Verfahren kann im Nanobereich ebenso für die Bildung molekularer Schichten mit neuen Festkörpereigenschaften eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen, sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben, bei welchem eine solche Nanoemulsion erzeugt wird, indem zunächst eine Emulsion durch eine Aktivierungseinrichtung (10) fliesst, in welcher von einer Hochspannungselektrode (23) und elektromagnetischen Hochfrequenzspule (27) mittels Generatoren erzeugte elektrische und elektromagnetische Felder einander überlagert werden und mittels wählbarer Spannungen, Frequenzen und Phasenverschiebungen Resonanzen erzeugt werden, sodass infolge der Veränderung der Partikel-Doppelschichten das Zeta-Potentials so verändert wird, dass aus einer Mikroemulsion eine Nanoemulsion wird, mit dieser hernach die Oberfläche von Teilen in einer Vakuumkammer (1) behandelt werden, und die anschliessend in dem Rezyklierungssystem (5) rezykliert und dann wieder verwendet wird.

2. Verfahren zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit den Generatoren Hochspannungsfelder von 1 bis 10'000 Volt erzeugt werden, mit überlagerten Frequenzen von 10 Hz bis 1 GHz.

3. Vorrichtung zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben, bestehend aus einem Rohrkreislauf mit mindestens einer Pumpe (9) zur Förderung einer Emulsion in einem Kreislauf, dieser Rohrkreislauf enthaltend eine Vakuumkammer (1) zur Oberflächenbehandlung von darin befindlichen Teilen, wobei der Rohrkreislauf eine Aktivierungseinrichtung (10) durchläuft, sowie eine Hochspannungselektrode (23) und eine Hochfrequenzspule (27) mit je separatem Generator mit Frequenzwandler zur Erzeugung eines elektrischen Feldes, wobei von ihnen separate Felder zur Umwandlung einer Mikroemulsion in eine Nanoemulsion erzeugbar sind, und die Vorrichtung weiter einen Transversal-Resonator (20) zur Erzeugung eines Aerosol-/Emulsionsgemisch einschliesst, sowie Injektordüsen (34) zum Einsprühen des Aerosols in die Vakuumkammer (1).

4. Vorrichtung zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Generatoren zum Betrieb der Elektrode und der Spulen aufweist, sowie die Phasendiskriminatoren, wobei mittels dieser Generatoren Hochspannungsfelder von 1 bis 10'000 Volt erzeugbar sind, mit überlagerten Frequenzen von 10 Hz bis 1 GHz.

5. Vorrichtung zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumkammer (1) mit einem Vakuumventil (18) ausgerüstet ist, zum unter Vakuum Setzen der Vakuumkammer (1) und zum Abführen der Abluft über die Öffnung (6) im Gehäuse der Vorrichtung, sowie weiter dass sie ein 3/2-Wegeventil (19) zur Be- und Entlüftung des Rezyklierungssystems (5) sowie der Belüftung der Vakuumkammer (1) aufweist.

6. Vorrichtung zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein oder mehrere Umlaufpumpen (9) aufweist, an deren Ausgängen je eine Aktivierungseinrichtung (10) angeschlossen ist, und die über eine Verschraubung mit einem zwischengeschalteten Transversal-Resonator (20) mit der Vakuumkammer (1) als Reinigungswanne verbunden ist/sind, an deren Boden sich ein Ablauf befindet, der über ein T-Stück (11) und je eine Verschraubung mit den Pumpeneingängen verbunden ist.

7. Vorrichtung zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Kreislauf zur Rezyklierung enthält und die beiden Aktivierungseinrichtungen (10) über ein Verbindungsrohr (12) miteinander

verbunden sind, wobei in dessen Mitte sich ein Ventil (13) befindet, über welches nach Einschaltung über den Schlauch (14) dem Rezyklierungssystem (5) ein Teil der Emulsion zur Rezyklierung zuführbar ist, sowie eine Leitung (15) und ein Ventil (16) zum Wiederzuführen der gereinigten Mikroemulsion in die Vakuumkammer (1).

8. Vorrichtung zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktivierungseinrichtung (10) ein Abschirmgehäuse (21) einschliesst und aus einem Rohr besteht, das am Bodenabgang der Vakuumkammer (1) angeschlossen ist, wobei im Abschirmgehäuse (21) ein Isolator (22) eingebaut, und in der Mitte des Isolators (22), das heisst im Flüssigkeitseinlass, sich mindestens eine Hochspannungselektrode (23) und zwei Schleifkontakte (24) befinden, zur Verbindung mit den Wellenleitern (25), und dass ausserhalb des Abschirmgehäuses (21) eine elektromagnetische Hochfrequenzspule (27) aufgesetzt ist und im oberen Teil des Isolators (22), der in die Vakuumkammer hineinragt, sich ein Kugellager (28) und ein Befestigungsgewinde für den Transversal-Resonator (20) befinden, sowie am unteren Ende, unterhalb der Hochfrequenzspule (27), sich der Anschluss für die Hochspannungselektrode (23) befindet, und ein Einlass (30) vorhanden ist, über den dem System gasförmige, dampfförmige oder flüssige Wirkstoffe zuführbar sind.

9. Vorrichtung zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Transversal-Resonator (20) aus einem zylindrischen Drehteil (31) aus Kunststoff oder Keramik besteht, mit Innengewinde zur Befestigung auf der Aktivierungseinrichtung (10), und zwei seitlich angebrachte Gewinde für Hohl-Düsenstäbe (32) aus Kunststoff aufweist, wobei im oberen Teil ein oder mehrere Ring-Permanentmagnete (33) eingebaut sind und auf den Hohl-Düsenstäben (32) je eine oder mehrere Injektordüsen (34) eingeschraubt sind, sowie im unteren Drittel, in der Mitte der Hohl-Düsenstäbe (32) oder im Bereich dazwischen je ein Wellenleiter (25) aus Wolfram oder Edelstahl befestigt ist, die auf der äusseren Seite mit einem Permanentmagnet abgeschlossen sind und auf der inneren Seite mit je über einen Schleifkontakt (24) mit der Aktivierungseinrichtung (10) verbunden sind.

10. Vorrichtung zum Erzeugen, Anwenden und Rezyklieren von Nanoemulsionen sowie zur Oberflächenbehandlung von Teilen mittels denselben nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rezyklierungssystem (5) eine Trennplatte (49) enthält, die von einer T-förmigen Befestigungseinheit (54) auf einem Dichtungsring (55) auf dem Topfboden befestigt ist und aus einem Metalleinsatz (50) mit Ablassbohrungen besteht, an dem ein Edelstahlnasenblech (51) als Distanzhalter befestigt ist, und dass darauf eine Piezofolie (52) oder Elektrode bestehend aus einem Metallgewebe aufliegt, die von einem externen Generator mit Hochspannung versorgbar ist, und über der Elektrode ein feinmaschiges Edelstahlgitter (53) liegt, wobei diese eingelegten Teile am Rand mit einer hochohmigen Vergussmasse (56) gegenüber dem Metalleinsatz (50) isoliert befestigt sind.

Claims

1. Process for the production, application and recycling of nanoemulsions as well as for the surface treatment of parts by means of the same, for which a nanoemulsion is produced, in which an emulsion flows through an actuation device (10), in which electrical and electromagnetic fields produced by a high frequency electrode (23) and electromagnetic high frequency coil (27) by means of generators are superimposed on each other and resonances are produced by means of selectable voltages, frequencies and phase shifts so that, as a result of the modification of the particle double layers, the Zeta potential is so modified that a microemulsion transforms to a nanoemulsion, with which the surfaces of parts are treated afterwards in a vacuum chamber (1) and is recycled afterwards in the recycling system (5) and then used again.

2. Process for the production, application and recycling of nanoemulsions as well as for the surface treatment of parts by means of the same according to claim 1 **characterised by** the fact that high voltage fields of 1 to 10,000 Volt are produced with the generators with superimposed frequencies of 10 Hz to I GHz.

3. Device for the production, application and recycling of nanoemulsions as well as for the surface treatment of parts by means of the same, consisting of a closed loop with minimum one pump (9) for the supply of an emulsion to a circuit, this closed loop containing a vacuum chamber (1) for the surface treatment of parts therein, in which the closed loop runs through an actuation device (10), as well as a high voltage electrode (23) and a high frequency coil (27) with separate generator each with frequency converter for the production of an electrical field, in which separate fields can be produced from it for the conversion of a microemulsion to a nanoemulsion, and the device further includes a transversal resonator (20) for the production of an aerosol/emulsion mixture as well as injection

nozzles (34) for the spraying of the aerosol into the vacuum chamber (1).

4. Device for the production, application and recycling of nanoemulsions as well as for the surface treatment of parts by means of the same according to claim 3 **characterised by** the fact that it has generators for the operation of the electrode and the coil as well as phase discriminators, in which high voltage fields of I to 10,000 Volt can be produced by means of these generators with superimposed frequencies from 10 Hz to 1 GHz.

5. Device for the production, application and recycling of nanoemulsions as well as for the surface treatment of parts by means of the same according to claim 3 **characterised by** the fact that the vacuum chamber (1) is fitted with a vacuum valve (18) for setting the vacuum chamber (1) under vacuum and for leading away the exhaust air via the opening (6) in the housing of the device and further that it has a 3/2 directional control valve (19) for the aeration and deaeration of the recycling system (5) as well for the aeration of the vacuum chamber (1).

6. Device for the production, application and recycling of nanoemulsions as well as for the surface treatment of parts by means of the same according to one of the claims 3 to 5 **characterised by** the fact that it has one or more circulation pumps (9), to whose outlets one actuation device (10) each is connected and which is/are connected via a screwing with an inserted transversal resonator (20) to the vacuum chamber (1) as cleaning tub, on whose floor there is a drain outlet, which is connected to the pump inlets via a T-joint (11) and a threaded connection each.

7. Device for the production, application and recycling of nanoemulsions as well as for the surface treatment of parts by means of the same according to one of the claims 3 to 6 **characterised by** the fact that it contains a circuit for the recycling and the two actuation devices (10) are connected to each other via a connecting tube (12), in which there is a valve (13) in its middle via which a part of the emulsion can be fed to the recycling system (5) for the recycling via the tube (14), as well as a pipe (15) and a valve (16) for the recirculation of the cleaned microemulsion to the vacuum chamber (1).

8. Device for the production, application and recycling of nanoemulsions as well as for the surface treatment of parts by means of the same according to one of the claims 3 to 7 **characterised by** the fact that the actuation device (10) includes a shielding housing (21) and consists of a pipe, which is connected to the floor outlet of the vacuum chamber (1) in which an insulator (22) is assembled in the shielding housing (21) and in the middle of the insulator (22), that is in the liquid inlet, there are minimum one high voltage electrode (23) and two sliding contacts (24) for the connection with the wave guides (25), and that an electromagnetic high frequency coil (27) is fitted outside the shielding housing (21) and there is a ball bearing (28) and a fastening thread for the transversal resonator (20) in the upper part of the insulator (22), which projects into the vacuum chamber, as well as the connection for the high voltage electrode (23) at the lower end, below the high frequency coil (27), and an inlet (30) is present via which gaseous, vaporous or liquid active agents can be supplied to the system.

9. Device for the production, application and recycling of nanoemulsions as well as for the surface treatment of parts by means of the same according to one of the claims 3 to 8 **characterised by** the fact that the transversal resonator (20) consists of a cylindrical rotating part (31) of plastic or ceramic with internal thread for the fixing to the actuation device (10) and has two threads provided sideways for hollow nozzle bars (32) of plastic, in which one or more ring permanent magnets (33) are assembled in the upper part, and one or more injection nozzles (34) are screwed on the hollow nozzle bars (32) each, as well as one wave guide (25) each of tungsten or stainless steel is fixed in the lower third, in the middle of the hollow nozzle bars (32) or in the region in-between, which are closed on the outer side with a permanent magnet and are connected on the inner side with each via a sliding contact (24) to the actuation device (10).

10. Device for the production, application and recycling of nanoemulsions as well as for the surface treatment of parts by means of the same according to one of the claims 3 to 9 **characterised by** the fact that the recycling system (5) contains a separation plate (49), which is fixed by a T-shaped fixing unit (54) to a sealing ring (55) on the pot floor and consists of a metal tray (50) with discharge holes, to which a stainless steel nose plate (51) is fixed as spacer, and that a Piezo foil (52) or electrode consisting of a wire gauze lies on it, which can be supplied with high voltage by an external generator and a fine-mesh stainless steel grid (53) lies over the electrode, in which these parts put in are fixed at the rim with a high-ohmic sealing compound (56) insulated against the metal tray (50).

Revendications

1. Procédé pour générer, utiliser et recycler des nano émulsions ainsi que pour le traitement surfacique de composants au moyen de celles-ci, dans lequel une telle nano émulsion est générée, en ce qu'une émulsion coule tout d'abord à travers un dispositif d'activation (10) dans lequel des champs électriques et électromagnétiques, générés par une électrode à haute tension (23) et une bobine électromagnétique à haute fréquence (27) au moyen de générateurs, sont superposés l'un à l'autre et dans lequel des résonances sont générées au moyen de tensions, de fréquences et de décalages de phase pouvant être choisis, de telle sorte que, suite à la modification des doubles couches de particules, le potentiel Zêta est modifié de manière à transformer une micro émulsion en une nano émulsion, à traiter plus tard avec celle-ci la surface des composants dans une chambre à vide (1) et à la recycler après cela dans le système de recyclage (5) et à l'utiliser ensuite à nouveau.

2. Procédé pour générer, utiliser et recycler des nano émulsions ainsi que pour le traitement surfacique de composants au moyen de celles-ci selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des champs de haute tension de 1 à 10'000 volts sont générés avec les générateurs, avec des fréquences superposées de 10 Hz à 1 GHz.

3. Dispositif pour générer, utiliser et recycler des nano émulsions ainsi que pour le traitement surfacique de composants au moyen de celles-ci, constitué d'un circuit tubulaire comportant au moins une pompe (9) pour le convoyage d'une émulsion dans un circuit, dans lequel ce circuit tubulaire contient une chambre à vide (1) pour le traitement surfacique des composants se trouvant dedans, dans lequel le circuit tubulaire pénètre dans un dispositif d'activation (10), parcoure une électrode à haute tension (23) et une bobine à haute fréquence (27) avec chacune un générateur séparé muni d'un convertisseur de fréquence pour la génération d'un champ électrique, dans lequel des champs séparés de ceux-ci peuvent être générés pour la transformation d'une micro émulsion en une nano émulsion, et dans lequel le dispositif inclut en outre un résonateur transversal (20) pour la génération d'un mélange d'aérosol et d'émulsion, ainsi que des buses d'injecteur (34) afin de pulvériser l'aérosol dans la chambre à vide (1).

4. Dispositif pour générer, utiliser et recycler des nano émulsions ainsi que pour le traitement surfacique de composants au moyen de celles-ci selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**il présente des générateurs pour le fonctionnement de l'électrode et des bobines, ainsi que les discriminateurs de phase, dans lequel des champs de haute tension de 1 à 10'000 volts peuvent être générés au moyen de ces générateurs, avec des fréquences superposées de 10 Hz à 1 GHz.

5. Dispositif pour générer, utiliser et recycler des nano émulsions ainsi que pour le traitement surfacique de composants au moyen de celles-ci selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la chambre à vide (1) est équipée d'une soupape à vide (18), dans le but de placer la chambre à vide (1) sous vide et d'évacuer l'air vicié par l'ouverture (6) dans le bâti du dispositif, et **en ce qu'**elle présente en outre un distributeur à 3 voies et 2 positions (19) pour la ventilation et la purge du système de recyclage (5) ainsi que pour la ventilation de la chambre à vide (1).

6. Dispositif pour générer, utiliser et recycler des nano émulsions ainsi que pour le traitement surfacique de composants au moyen de celles-ci selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce qu'**il présente une ou plusieurs pompe(s) de circulation (9), un dispositif d'activation (10) étant branché sur chacune de sa sortie (de leurs sorties), et qui est reliée (sont reliées) par un presse-étoupe à un résonateur transversal (20) connecté en intermédiaire et à la chambre à vide (1) comme bac de nettoyage dont le fond est muni d'un écoulement qui est relié à chacune des sorties de pompe par un presse-étoupe et par une pièce en « T » (11).

7. Dispositif pour générer, utiliser et recycler des nano émulsions ainsi que pour le traitement surfacique de composants au moyen de celles-ci selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce qu'**il contient un circuit pour le recyclage et **en ce que** les deux dispositifs d'activation (10) sont reliés entre eux par l'intermédiaire d'un tube de liaison (12), dans lequel une soupape (13) se trouve au milieu de celui-ci, au moyen de laquelle une partie de l'émulsion peut être ramenée vers le système de recyclage (5) pour le recyclage après l'enclenchement par le tuyau flexible (14), ainsi qu'une conduite (15) et une soupape (16) pour ramener à nouveau la micro émulsion épurée dans la chambre à vide (1).

8. Dispositif pour générer, utiliser et recycler des nano émulsions ainsi que pour le traitement surfacique de composants au moyen de celles-ci selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisé en ce que** le dispositif d'activation (10) inclut un bâti de blindage (21) et est constitué d'un tube qui est relié à l'évacuation de fond de la chambre à vide (1), dans lequel un isolateur (22) est monté dans le bâti de blindage (21) et dans lequel, au milieu de l'isolateur (22), c'est-à-dire dans l'arrivée de liquide, il se trouve au moins une électrode à haute tension (23) et deux contacts par

friction (24) pour la liaison avec les guides d'onde (25), et **en ce que**, en dehors du bâti de blindage (21), une bobine électromagnétique à haute fréquence (27) est mise en place et **en ce qu'**il se trouve dans la partie supérieure de l'isolateur (22) qui vient dépasser jusque dans la chambre à vide, un palier à billes (28) et un pas de vis de fixation pour le résonateur transversal (20) ainsi que le raccord de l'électrode à haute tension (23) sur l'extrémité inférieure, en dessous de la bobine à haute fréquence (27), et **en ce qu'**une arrivée (30) est présente, au moyen de laquelle des substances actives sous forme de gaz, de vapeur ou de liquide peuvent être amenées vers le système.

9. Dispositif pour générer, utiliser et recycler des nano émulsions ainsi que pour le traitement surfacique de composants au moyen de celles-ci selon l'une des revendications 3 à 8, **caractérisé en ce que** le résonateur transversal (20) est constitué d'une partie rotative cylindrique (31) en matière plastique ou en céramique, avec taraudage pour la fixation sur le dispositif d'activation (10), et **en ce qu'**il présente deux pas de vis ménagés latéralement pour des tiges de buse creuses (32) en matière plastique, dans lequel, un ou plusieurs aimant(s) permanent(s) torique(s) (33) est monté (sont montés) dans la partie supérieure et, sur chacune des tiges de buse creuses (32), une ou plusieurs buse(s) d'injecteur (34) est vissée (sont vissées), et **en ce qu'**un guide d'onde (25) en tungstène ou en acier inoxydable est fixé à chaque fois dans le tiers inférieur, au milieu de la tige de buse creuse (32) ou dans la zone intermédiaire, laquelle se termine (lesquelles se terminent) sur le côté extérieur avec un aimant permanent et qui est relié (sont reliées) à chaque fois sur le côté intérieur au dispositif d'activation (10) au moyen d'un contact par friction (24).

10. Dispositif pour générer, utiliser et recycler des nano émulsions ainsi que pour le traitement surfacique de composants au moyen de celles-ci selon l'une des revendications 3 à 9, **caractérisé en ce que** le système de recyclage (5) contient une plaque de séparation (49) qui est fixée sur une bague d'étanchéité (55) sur le fond du creuset par une unité de fixation en forme de « T » (54) et **en ce qu'**il est constitué d'un insert en métal (50) comportant des perçages de soutirage, sur lequel est fixée une tôle à tenons en acier inoxydable (51) comme écarteur, et **en ce qu'**un film piézoélectrique (52) ou une électrode, constitué(e) d'un treillis métallique, vient s'appliquer, lequel (laquelle) peut être alimenté(e) en haute tension par un générateur externe, et **en ce qu'**un grillage en acier inoxydable à mailles fines (53) est placé sur l'électrode, dans lequel ces composants mis en place sur le bord avec une masse coulée (56) à valeur ohmique élevée en comparaison à l'insert métallique (50) sont fixés avec isolation.

FIG. 1

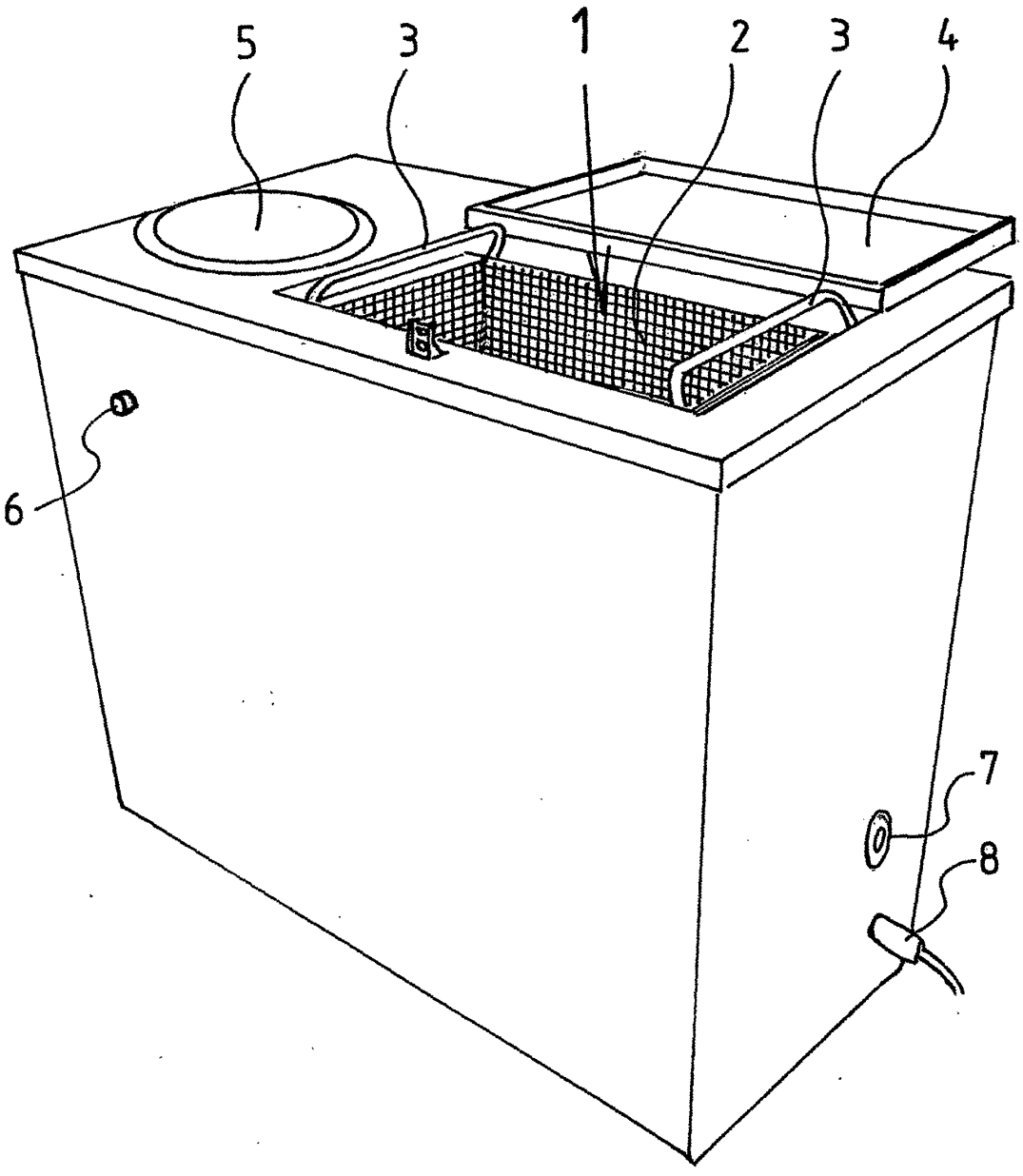


FIG. 2

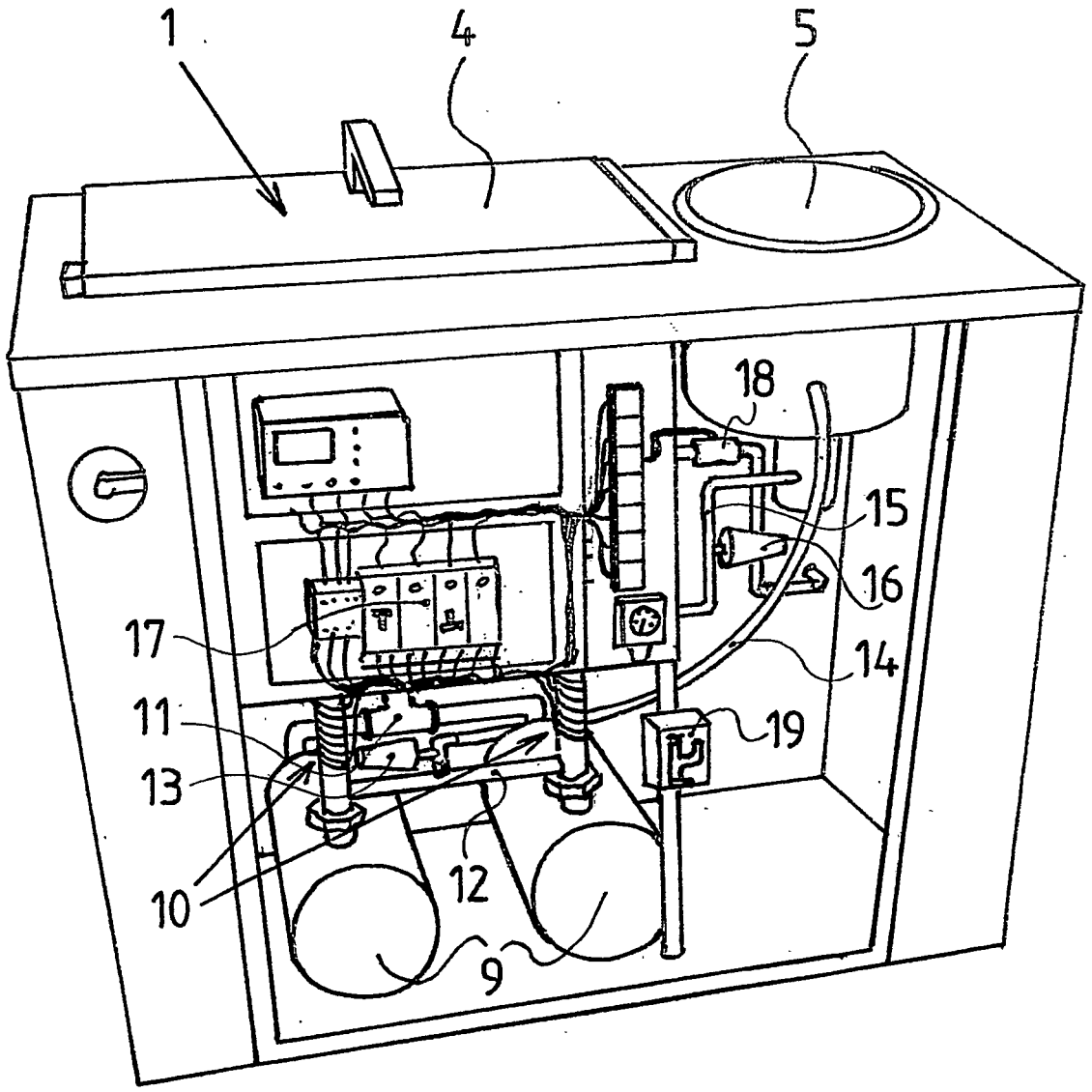


FIG. 3

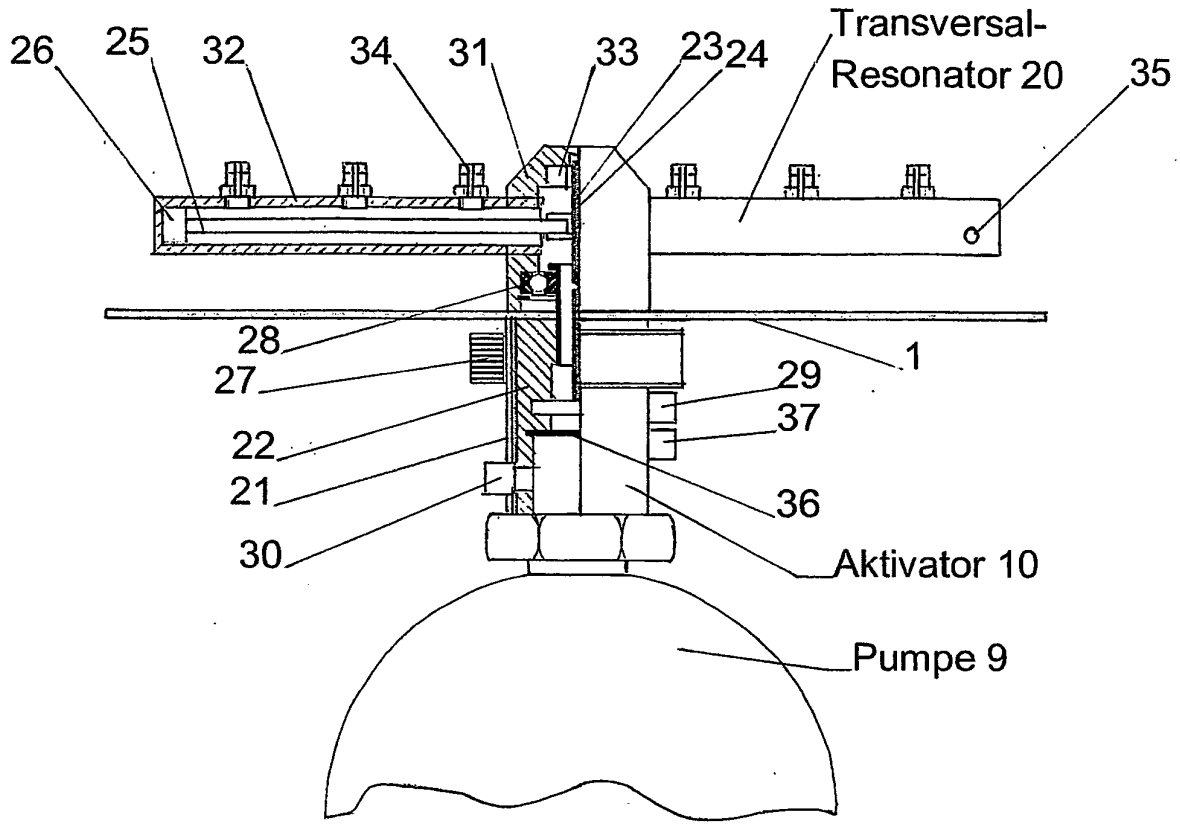

26
25
32
34
31
33
23
24
Transversal-
Resonator 20
35
28
27
22
21
30
1
29
37
36
Aktivator 10
Pumpe 9

FIG. 4

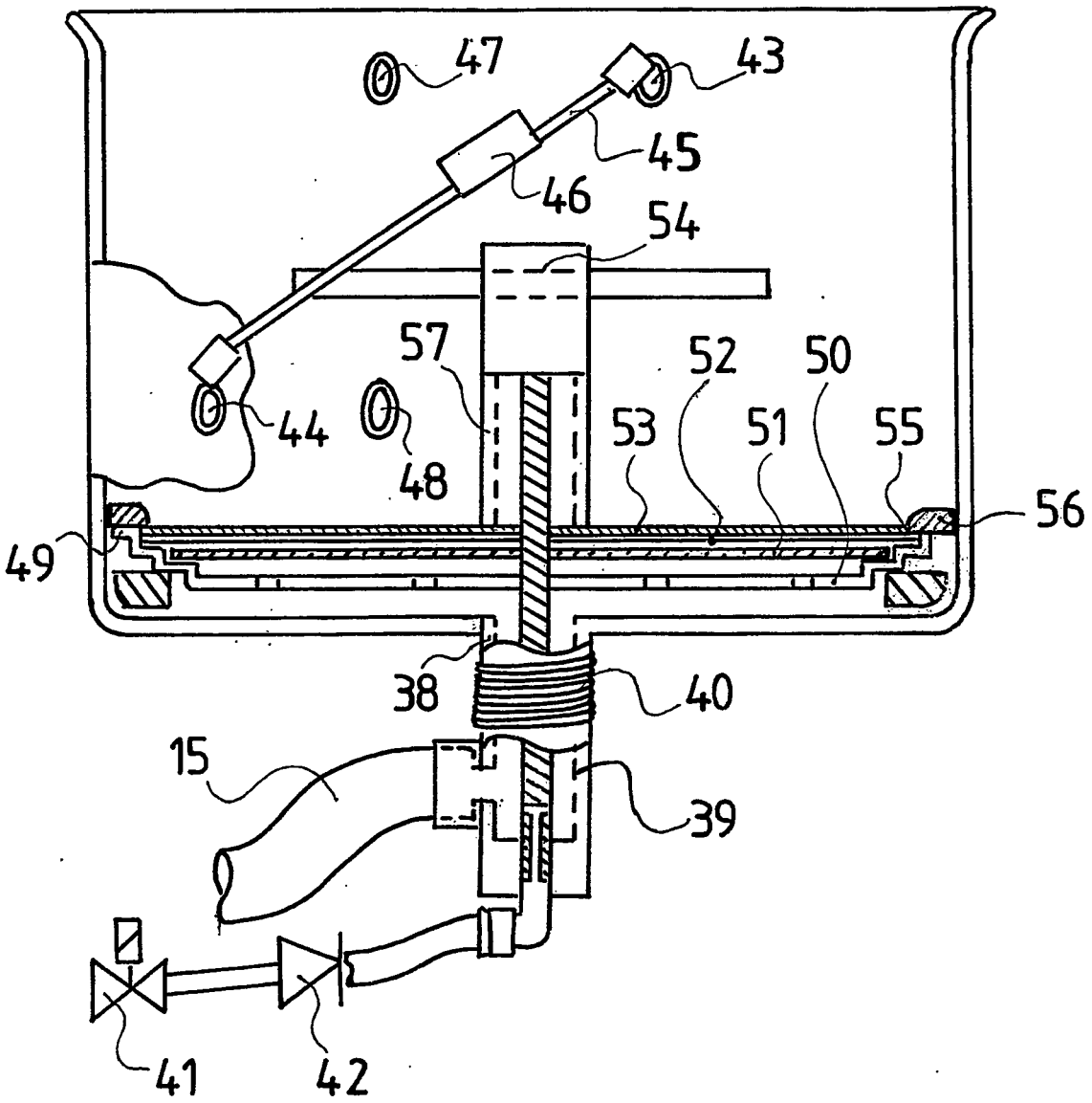


Fig. 5

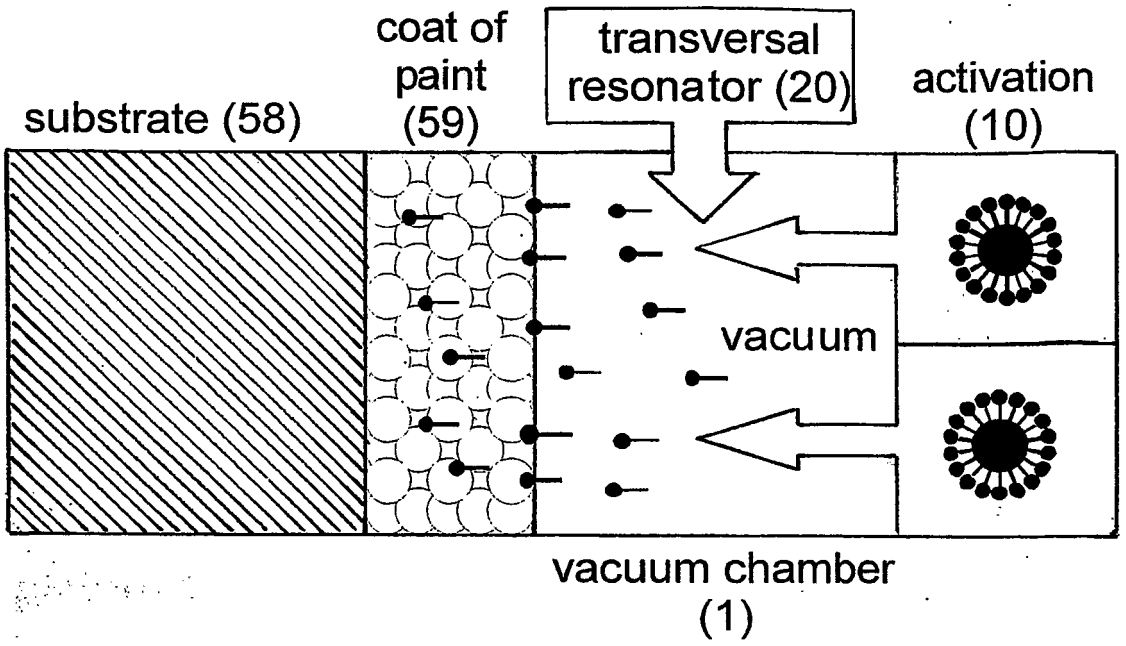

coat of paint (59)
transversal resonator (20)
activation (10)
substrate (58)
vacuum
vacuum chamber (1)

Fig. 6

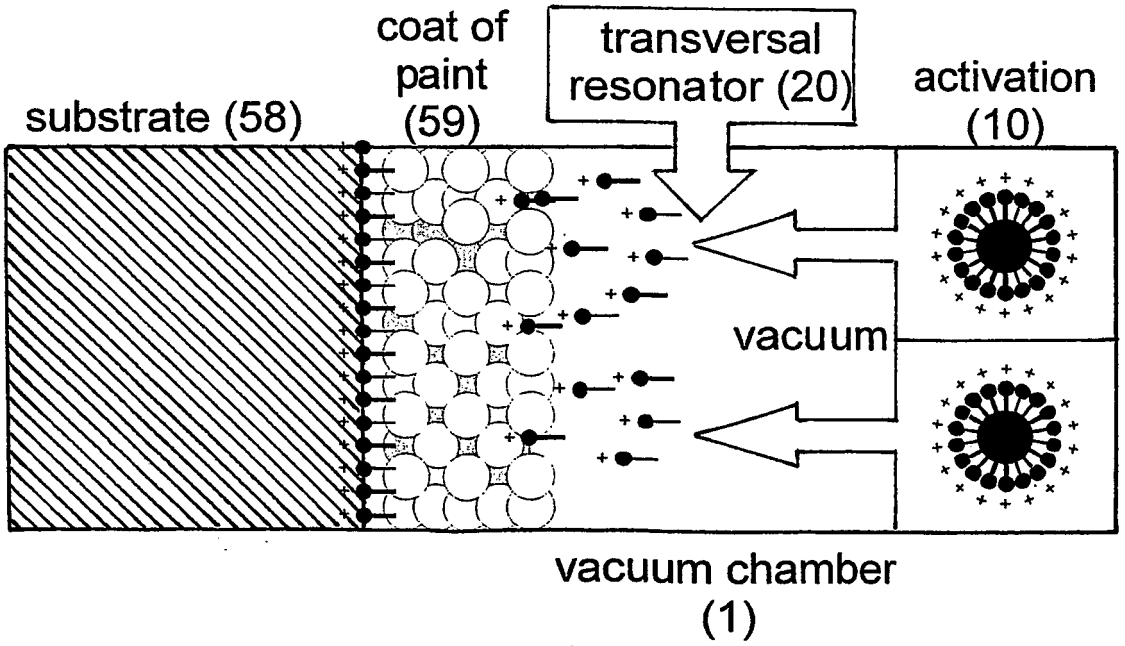

coat of paint (59)
transversal resonator (20)
activation (10)
substrate (58)
vacuum
vacuum chamber (1)

Fig.7

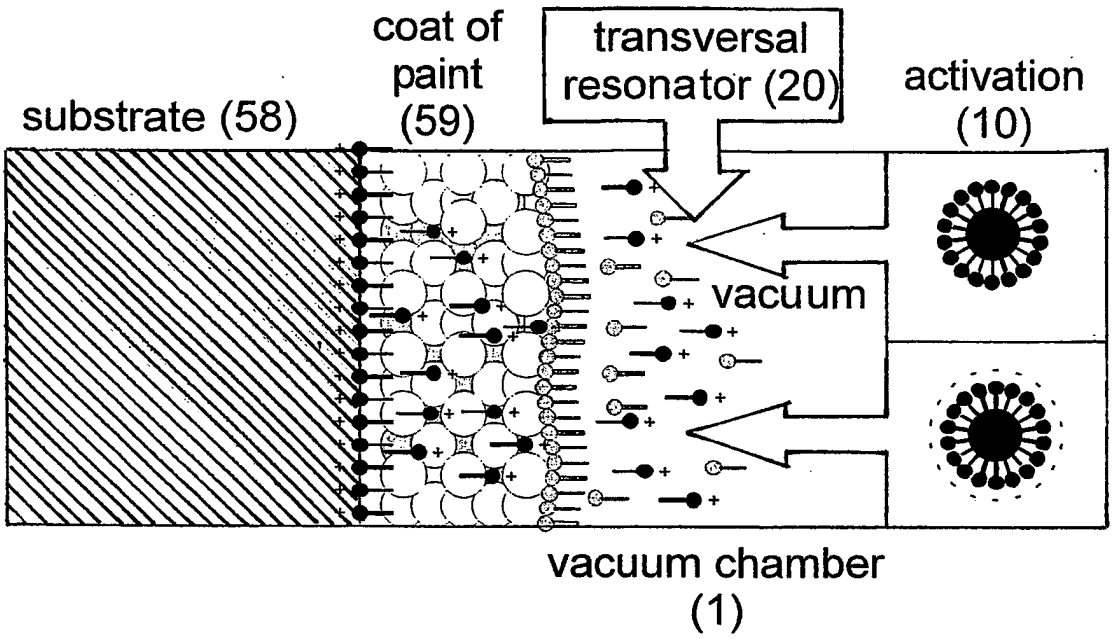

coat of paint (59)
transversal resonator (20)
activation (10)
substrate (58)
vacuum
vacuum chamber (1)

Fig. 8

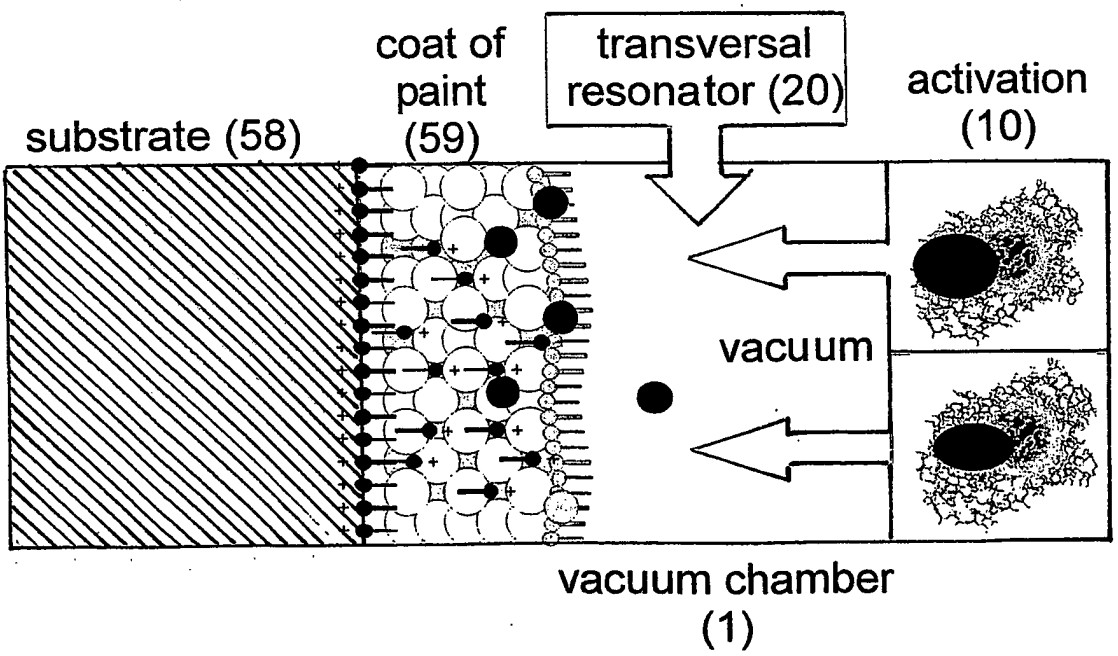

coat of paint (59)
transversal resonator (20)
activation (10)
substrate (58)
vacuum
vacuum chamber (1)

Fig. 9

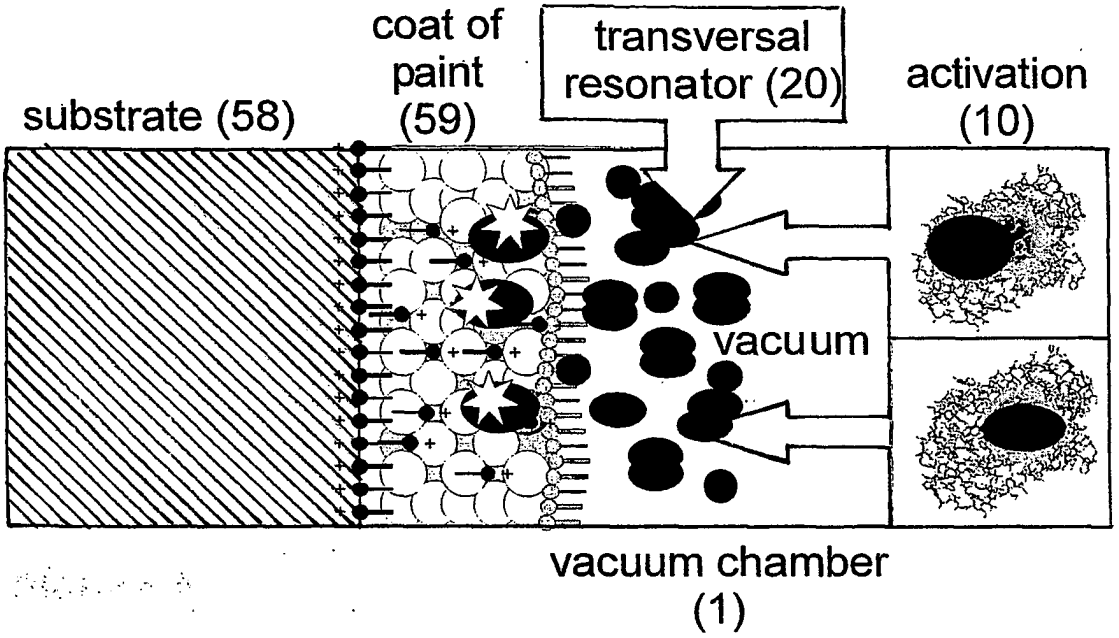
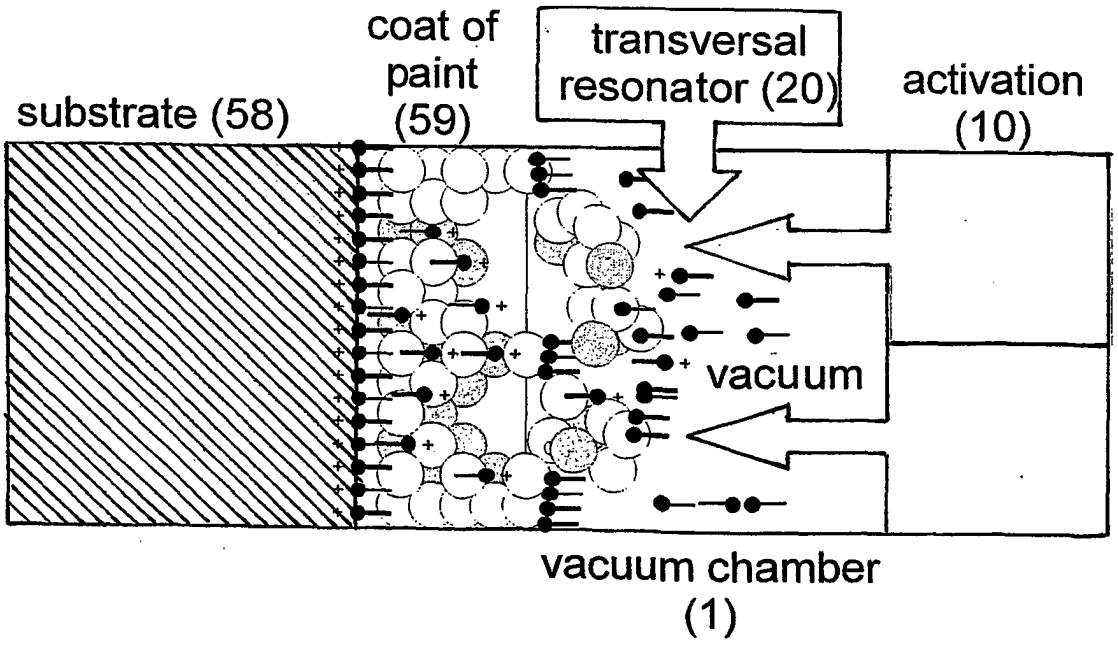

coat of paint (59)
transversal resonator (20)
activation (10)
substrate (58)
vacuum
vacuum chamber (1)

Fig. 10


coat of paint (59)
transversal resonator (20)
activation (10)
substrate (58)
vacuum
vacuum chamber (1)

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5152923 A **[0003]**